

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1911

THÈSE

414

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

M. PILLE

ÉTUDE
SUR LE RÔLE DE L'OZONE
EN HYGIÈNE ET EN THÉRAPEUTIQUE

Président : M. ACHARD, *Professeur*

PARIS

A. LECLERC, ÉDITEUR

19, RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 19

1911

116

414

THÈSE

POUR LE DOCTORAT

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen.	Professeurs	M. D. LANDOUZY MM.
Anatomie		NICOLAS
Physiologie		Ch. RICHET
Physique médicale.		GARIEL
Chimie organique et chimie générale.		GAUTIER
Parasitologie et Histoire naturelle médicale		BLANCHARD
Pathologie et Thérapeutique générale.		ACHARD
		WIDAL
Pathologie médicale.		DEJERINE
		LANNELONGUE
Pathologie chirurgicale.		Pierre MARIE
Anatomie pathologique.		PRENANT
Histologie.		HARTMANN
Opérations et appareils.		POUCHET
Pharmacologie et matière médicale		GILBERT
Thérapeutique		CHANTEMESSE
Hygiène		THOINOT
Médecine légale		CHAUFFARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie.		ROGER
Pathologie expérimentale et comparée.		HAYEM
		DIEULAFOY
Clinique médicale.		DEBOVE
		LANDOUZY
Maladies des enfants.		HUTINEL
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'en- céphale.		Gilbert BALLE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.		GAUCHER
Clinique des maladies du système nerveux.		RAYMOND
		Pierre DELBET
Clinique chirurgicale.		QUENU
		RECLUS
		SEGOND
Clinique ophtalmologique.		DE LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires		ALBARRAN
		BAR
Clinique d'accouchement.		PINARD
		RIBEMONT DES
		SAIGNES
Clinique gynécologique		POZZI
Clinique chirurgicale infantile		KIRMISSON
Clinique thérapeutique.		A. ROBIN

Agrévés en exercice.

MM.			
AUVRAY	CUNÉO	LAUNOIS	NOBÉCOURT
BALTHAZAR	DEMELIN	LECÈNE	OMBREDANNE
BRANCA	DESGREZ	LEGRY	POTOCKI
BEZANÇON Fern.	DUVAL Pierre	LENORMANT	PROUST
BRINDEAU	GOSSET	LÉPER	RENON
BROCA André	GOUGET	MACAIGNE	RICHAUD
BRUMPT	JEANNIN	MAILLARD	RIEFFEL
CARNOT	JEANSELME	MARION	SICARD
CASTAIGNE	JOUSSET André	MORESTIN	ZIMMERN
CLAUDE	LABBÉ Marcel	MULON	
COUVELAIRE	LANGLOIS	NICLOUX	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1911

THÈSE

N.

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

M. PILLE

ÉTUDE
SUR LE RÔLE DE L'OZONE
EN HYGIÈNE ET EN THÉRAPEUTIQUE



Président : M. ACHARD, *Professeur*

PARIS

A. LECLERC, ÉDITEUR

19, RUE MONSIEUR-LE-PRINCE, 19

1911

A MON PÈRE

A MA MÈRE

A MA SŒUR



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MONSIEUR LE PROFESSEUR ACHARD

MÉDECIN DES HOPITAUX

*En le remerciant de l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de
présider notre thèse.*

AVANT-PROPOS

Qu'il nous soit permis de donner ici à tous les maîtres de l'école de Rennes, qui ont dirigé nos études médicales, un témoignage de reconnaissance.

Nous devons des remerciements particulièrement sincères à MM. BODIN, professeur de bactériologie et CHEVREL, professeur suppléant de clinique médicale et attaché au laboratoire de bactériologie, qui nous ont guidé dans notre travail, et nous ont donné tous les renseignements nécessaires à ce sujet.

Nous nous honorons d'avoir passé deux années dans le service de M. le Dr DAYOT qui nous initia à la pratique chirurgicale. Nous ne pouvons oublier la documentation profonde de ses leçons cliniques non plus que le dévouement qu'il nous témoigna pendant ces deux années.

A M. le Dr FOLLET, nous devons nos premières connaissances de la clinique médicale et nous avons pu apprécier pendant notre séjour dans son service l'originalité de son enseignement, le charme de ses leçons toujours accompagnées de schémas précis, qui permettent de saisir sans peine les questions les plus arides.

Nous remercions MM. les Drs LEFENVRE, LHUISNER,

PERRIN DE LA TOUCHE, LAUTIER qui nous aplanirent les difficultés de l'anatomie et de la physiologie; M. le docteur VÉRON, qui fut notre maître en accouchements, et M. ASSICAT, qui nous donna de précieuses leçons de clinique ophtalmologique.

Nous remercions aussi les Dr MARQUIS et HARDOUIN, chefs de clinique qui ne nous ménagèrent ni leurs conseils, ni leur amitié.

INTRODUCTION

Parmi tous les effets produits par l'électricité, il en est un singulièrement remarquable : nous voulons parler de l'ozonisation de l'air au contact des étincelles et des effluves électriques. La pratique de l'ozonothérapie date du jour où l'on a pu se servir d'appareils commodes produisant l'ozone au moyen de l'électricité. Aujourd'hui, les règles d'administration de ce corps ainsi obtenu, dans un but thérapeutique, sont définitivement fixées, et, les moyens pratiques dont on dispose aujourd'hui, permettent de doser exactement son action, de mesurer rigoureusement ses effets.

Oxydation du sang, accélération des échanges nutritifs, augmentation du nombre des globules rouges, diminution du nombre des globules blancs, propriétés bactéricides, tels sont les effets de l'action de l'ozone sur l'organisme. Ces quelques mots suffisent à faire entrevoir toutes les applications de l'ozonothérapie. Aussi le nombre est-il grand des affections qui ont été soumises à ce mode de traitement :

L'anémie et surtout la tuberculose ont attiré l'attention des cliniciens.

Depuis HIPPOCRATE, jusqu'à BOUCHARD et GRANCHER, beaucoup d'auteurs ont affirmé la curabilité des lésions

tuberculeuses. On ne peut pas être plus catégorique à ce sujet que M. le professeur GRANCHER : « Nous affirmons, dit ce savant, la curabilité naturelle du tubercule, nous affirmons que loin d'être un néoplasme misérable, incapable d'organisation, le tubercule tend naturellement à l'organisation fibreuse ». Et M. le professeur BOUCHARD : « Cette maladie qui s'acharne sur l'humanité, est curable dans le plus grand nombre des cas ».

Air, repos, alimentation, ces trois mots résument le traitement de la tuberculose, et depuis qu'il est appliqué méthodiquement, les résultats favorables obtenus ne laissent aucun doute sur son efficacité. L'aérophérapie forme la base de ce traitement, et l'ozone contenu dans l'air a été souvent considéré comme l'un des facteurs importants du traitement. Les recherches du laboratoire ont suivi de près les expériences cliniques, et il est aujourd'hui établi que l'ozone arrête le développement des cultures de bacilles de Koch sur milieux liquides.

Dans l'anémie, les effets de l'ozone sont plus remarquables encore ; ces effets sont pour ainsi dire immédiats. En une seule séance de traitement, le malade voit augmenter la quantité de son oxyhémoglobine dans des proportions appréciables. Le nombre des globules rouges s'élève un peu moins rapidement mais d'une façon constante, progressive.

Dans les classes peu fortunées de la société, l'individu atteint de tuberculose pulmonaire se trouve pour ainsi dire, fatalement condamné à succomber. Cela est vrai surtout pour les malades qui vivent dans les grands centres. L'obligation de respirer une atmosphère viciée, les difficultés de l'existence, le dur labeur quotidien, autant de cruelles nécessités qui concourent à leur perte.

Le pouvoir microbicide et antiseptique de l'ozone a été utilisé déjà depuis longtemps, donnant les meilleurs résultats.

Son rôle capital est certainement dans la stérilisation de l'eau ; les stérilisateurs à ozone tendent aujourd'hui à se généraliser, à se multiplier. .

Son action sur l'air a été particulièrement mise en évidence à l'hôpital BOUCICAUT ; le pavillon spécial affecté aux tuberculeux est relié par une canalisation à un appareil donnant un grand débit d'ozone ; les malades respirent ainsi un air convenablement chargé de ce gaz. Depuis que cette installation fonctionne il a été permis d'apprécier les bienfaits que les malades retirent des inhalations en commun, et d'espérer la généralisation de ce mode d'hospitalisation des tuberculeux.

En ce qui concerne l'anémie, nous pouvons penser qu'on se préoccupera peut-être un jour de doter d'appareils ozoneurs appropriés, les ateliers où travaillent les femmes et les enfants.

Dans notre travail, il nous a paru utile de décrire quelques appareils : nous avons passé sous silence tous les détails techniques qui sont du ressort de l'industrie, nous nous sommes bornés à en indiquer le principe.

ÉTUDE SUR LE RÔLE DE L'OZONE EN HYGIÈNE ET EN THÉRAPEUTIQUE

HISTORIQUE

Depuis fort longtemps, on avait remarqué l'odeur spéciale qui accompagne la chute de la foudre, et on l'avait attribuée à une modification de l'air sous l'influence du feu du ciel. Cette constatation était restée sans conséquences, et ce n'est qu'au siècle passé que des faits plus précis purent être recueillis. On remarqua que cette odeur prenait naissance autour des machines électriques en activité, et l'on trouva une analogie entre cette odeur et celle du phosphore.

En 1783 eurent lieu les premières expériences qui permirent d'identifier l'ozone. Un chimiste hollandais VOM MARUM, ayant soumis l'oxygène à une série d'étincelles électriques, s'aperçut que ce gaz acquérait la propriété d'oxy-

der le mercure. Cette constatation retomba encore dans l'oubli pendant soixante ans. Ce n'est en effet que de 1840 que date le premier travail méthodique sur l'ozone.

SHÆBEIN, de Bâle, reprend les expériences de VOM MARUM. D'autre part, il constate dans l'oxygène obtenu par l'électrolyse, la présence d'un gaz nouveau, possédant un pouvoir oxydant beaucoup plus puissant que l'oxygène pur.

Il proposa d'appeler ozone (de *ὄζειν*, sentir) l'oxygène modifié par l'électricité et montra que ce gaz décomposait l'iodure de potassium, en mettant l'iode en liberté.

En 1845, deux chimistes de Genève, DE LA RIVE et MARIGNAC, ayant obtenu de l'ozone en faisant passer des étincelles électriques dans de l'oxygène pur et sec, conclurent de leurs expériences que ce gaz n'était qu'un état allotropique de l'oxygène.

Les résultats DE LA RIVE et MARIGNAC ont d'ailleurs été confirmés en 1853 par les belles expériences de FRÉMY et BECQUEREL. Ces savants montrèrent que l'ozone était bien le résultat d'une modification de l'oxygène, et non pas, (ce que certains chimistes avaient soutenu) une transformation de produits nitreux ou hydrogénés. Ils proposèrent même, pour ce gaz, le nom d'oxygène électrisé.

HOUSSEAU et ANDREWS aboutirent aux mêmes conclusions; ANDREWS constata de plus que la chaleur, en détruisant l'ozone le ramenait à l'état d'oxygène pur.

En terminant ce court exposé historique nous ne saurions passer sous silence les remarquables travaux de M. BERTHELOT qui a déterminé la densité de l'ozone en se basant sur la vitesse de diffusion des gaz (Loi de Graham), et les expériences de HAUTEFEUILLE et CHAPPUIS, qui ont liquéfié l'ozone.

ÉTUDE CHIMIQUE

Propriétés physiques. — Sous un petit volume l'ozone est un gaz incolore, sous une certaine épaisseur il présente une coloration bleue.

L'odeur de l'ozone, très caractéristique, rappelle celle de l'oxydation lente du phosphore.

L'ozone doit être considéré comme soluble dans l'eau, à laquelle il communique momentanément son odeur caractéristique et sa saveur. Il se dissout plus facilement dans les essences de térébentine et de cannelle.

HAUTEFEUILLE et CHAPUIS, qui ont liquéfié l'ozone, ont pu constater que ce gaz est plus liquéfiable que l'oxygène.

La densité de l'ozone est une fois et demie celle de l'oxygène, soit : 1, 658.

Vers 100° centigrades, l'ozone se transforme lentement en oxygène ; cette transformation se produit rapidement vers 250°.

Au point de vue de la constitution chimique, la molécule d'ozone représente trois atomes d'oxygène : $OO - O$. C'est un oxyde d'oxygène, dans lequel trois atomes occupent le même volume 2 que 2 atomes d'oxygène. On peut le représenter par la formule O^3 .

L'ozone possède des propriétés oxydantes plus énergiques que celles de l'oxygène. Il oxyde l'iode, et à froid le fer, le zinc, le mercure, l'argent. L'ozone amène certains acides à une oxydation plus élevée : c'est ainsi qu'il transforme l'acide sulfureux en acide sulfurique, et l'acide nitreux en acide nitrique.

Son action particulièrement intéressante sur l'iodure de potassium en solution aqueuse se traduit par la formule



c'est-à-dire qu'il se combine avec le potassium en formant de la potasse, et en mettant l'iode en liberté. Cette propriété est utilisée pour déceler la présence d'ozone dans l'atmosphère.

Les substances organiques sont très énergiquement oxydées par l'ozone.

Signalons enfin, pour terminer ce rapide aperçu les phénomènes lumineux qui peuvent se produire par l'ozone dans certaines conditions. L'air ozoné, aspiré par une trompe à eau, produit une lueur vive dans la trompe et communique cette phosphorescence à l'eau pendant cinq à six secondes, après la sortie de la trompe (otto). Ces phénomènes lumineux paraissent liés à l'oxydation des particules organiques contenues dans l'eau. En effet, en présence d'eau absolument pure, on ne constate aucune phosphorescence.

L'OZONE DANS L'AIR ATMOSPHERIQUE

La présence de l'ozone dans l'air atmosphérique a donné lieu à de nombreuses discussions.

SCHÆBEIN ayant constaté que l'ozone possédait la propriété de déplacer l'iode de l'iodure de potassium, et de bleuir par suite le papier amidonné, reconnut qu'un papier, ainsi imprégné d'amidon et d'iodure de potassium, exposé à l'air atmosphérique, bleuissait sous son influence.

De ce fait, il conclut à l'existence de l'ozone dans l'air atmosphérique.

La quantité d'ozone devait varier suivant le lieu, et avec le temps dans un lieu déterminé.

CLOEZ combattit cette opinion; il n'admettait pas qu'un corps doué de propriétés oxydantes comme l'ozone puisse exister dans l'air, étant donné que les poussières et les vapeurs qui y sont contenues, en s'oxydant doivent forcément amener sa destruction.

En 1878, M. BERTHELOT reconnut que les tensions électriques faibles, comme celles qui se produisent dans l'atmosphère, engendraient de l'ozone, et il est actuellement admis que l'air renferme de l'ozone et que c'est grâce à lui que les papiers ioduro-amidonnés, préparés suivant la méthode de SCHÆBEIN bleuissent par leur exposition dans l'air atmosphérique.

L'activité chimique de l'air, due à la présence de l'ozone varie du jour au lendemain dans un même lieu, et la manifestation de l'ozone produit des différences considérables dans des lieux différents à une heure déterminée d'un même jour ; c'est ainsi que l'ozone paraît se produire en plus grande quantité la nuit que le jour.

La production de l'ozone atmosphérique, est aussi modifiée par l'état hygrométrique de l'air. Par les temps de pluie et d'orage, la production d'ozone est plus importante que par le beau temps. On sait que par les temps humides, l'air renferme plus d'électricité que par les temps secs, il y a donc une relation intime entre ces phénomènes.

MARIE DALY, en 1865, étudia l'action des vents, sur la production d'ozone atmosphérique et reconnut que les vents du sud et de l'ouest étaient les plus riches en ozone.

HOUSSEAU étudia la question dans les variations saisonnières : Au printemps, la proportion d'ozone atteindrait un maximum, puis en été, tandis qu'en automne et en hiver elle serait relativement très faible. Il y aurait donc, d'après ces considérations, une certaine relation entre les phénomènes de la végétation et la présence de l'ozone dans l'air.

Selon PEYRAC, la végétation favoriserait la formation de l'ozone, et cette production d'ozone serait en raison directe de l'activité de la végétation ambiante-d'où la relation entre les saisons et la particularité que le maximum de l'ozone est au printemps.

La proportion de l'ozone dans l'air est variable ainsi que nous venons de le voir, mais sa quantité maximum à la campagne, dans les conditions météorologiques normales, est d'environ $1/450.000$ de son poids, ou $1/700.000$ de son volume.

L’ozone est plus abondant à la campagne que dans les bourgs ; dans les villes il y en a peu ou point.

Dans les agglomérations et au voisinage des usines, l’ozone est souvent détruit par les poussières. On a constaté également les variations de l’ozone dans l’air qui se trouve à proximité des foules.

Au fur et à mesure qu’on s’élève, l’ozone semble augmenter ; l’atmosphère en est beaucoup plus riche dans les montagnes que dans les plaines.

De la diminution ou de l’absence d’ozone dans une localité, on peut déduire que l’air est moins pur ou corrompu, ce qui fait rechercher, au point de vue hygiénique, l’air de la mer, des montagnes, de la campagne, de préférence à celui des villes ou agglomérations.

ACTION DE L'OZONE SUR L'ORGANISME

Action de l'ozone sur la respiration. — L'ozone, par suite de ses propriétés oxydantes énergiques, est dangereux à respirer à des doses élevées.

Il peut alors occasionner des picotements de la gorge, de la toux, de l'oppression, des nausées, des vomissements et un trouble général de l'organisme.

A faible dose, ces accidents ne se produisent pas, et l'air atmosphérique qui en renferme des quantités très faibles, produit au contraire, par sa présence, des effets salutaires, ce qui fait rechercher l'air de la mer, des montagnes ou de la campagne.

Par l'ozone qu'il contient, l'air, même à sa dose maximum de 1/450.000 de son poids, est un excitant utile.

Autrefois on considérait que respirer au maximum 0, g, 002 d'ozone était suffisant pour provoquer un spasme des bronches, une irritation des organes respiratoires, une altération remarquable des poumons et des troubles graves dans tout l'organisme.

SCHÖNBEIN prétend avoir constaté la mort d'un chien qui n'avait pas respiré plus de 2 milligrammes d'ozone contenus dans de l'air ozoné ; l'autopsie révéla que l'animal avait les poumons fortement rouges et toutes les membranes mu-

queuses des organes respiratoires présentaient une inflammation prolongée.

Sous l'influence de l'ozone, qui peut être comparé à de l'oxygène extrêmement actif, il se produit avec ce corps ce qui a lieu avec de l'oxygène pur ordinaire.

Un chien qui respire cet oxygène finit par périr par suite de l'inflammation des organes respiratoires.

Cette dose de 0 gr. 002 d'ozone, qui était considérée comme nuisible à l'organisme humain, a été établie d'après les résultats d'expériences faites avec les moyens dont disposaient à l'époque les expérimentateurs pour produire ce gaz.

Ce gaz devait surtout son énergique action funeste aux impuretés qu'il renfermait dues aux modes primitifs de préparation ainsi qu'aux manières d'opérer.

L'ozone qui était obtenu alors pour les expériences, était préparé au moyen du phosphore ; le gaz ozone se trouvait ainsi mélangé à des vapeurs d'acide phosphorique, corps toxique, qui ne manquait pas d'exercer son action nuisible sur l'économie.

DESPLATS s'était aperçu de la présence de l'acide phosphorique et du rôle néfaste que jouait cet acide mélangé à l'ozone.

Afin d'éviter la formation de l'acide phosphorique, il eut recours à la préparation de l'ozone par l'électrolyse de l'eau, et dans ses expériences entreprises sur des cochons d'Inde en 1857, il absorbait le plus d'acide carbonique, exhalé par les animaux placés sous une cloche, au moyen d'une solution de potasse.

Dans ces conditions, l'action de l'ozone fut trouvée moins grave et plus lente à se produire.

IRELAND, en 1863, constata que par l'ozone préparé au

moyen du permanganate de potasse, l'air ozoné était bienfaisant, non seulement pour la respiration qu'il accélère, mais encore pour la circulation et le système nerveux.

En employant de l'ozone pur, et en éliminant les produits exhalés pendant la respiration des animaux sous cloche, les expériences précédentes qui ont été répétées ont montré qu'aucune altération ni aucun malaise n'ont eu lieu sur des animaux auxquels on faisait respirer des doses d'ozone dépassant même 0 gr. 002.

BOULOW, en 1879, employa l'ozone préparé par l'effluve, et estima que l'air renfermant 1/100 d'ozone provoquait de la bronchite, et que si on le respirait pendant une heure, il pourrait produire de graves accidents même mortels.

A forte dose, l'ozone déprime le système nerveux, la respiration se ralentit et par suite l'absorption de l'oxygène et l'élimination de l'acide carbonique diminuent de plus en plus, il y a alors intoxication par l'acide carbonique.

Le Dr Donatien LABBÉ a montré en 1887 que les quantités d'ozone que l'on considérait autrefois comme dangereuses, provoquaient au contraire une amélioration de l'organisme non seulement chez les hommes bien portants, mais aussi chez les phthisiques.

Après s'être soumis lui-même à des inhalations d'air ozoné, le Dr Donatien LABBÉ a pu respirer pendant une demi-heure de l'air ozoné renfermant un dixième de milligramme d'ozone par litre d'air, sans avoir ressenti la plus petite gêne ni le plus léger coryza.

De même, l'inhalation d'ozone a été pratiquée pendant plusieurs mois et pendant un quart d'heure chaque jour sur des tuberculeux ; ces malades n'ont éprouvé aucun accident,

un bien-être général se manifestait au contraire chez les phtisiques qui recouvraient peu à peu leur appétit.

Action de l'ozone sur la circulation. — Claude BERNARD, dans ses recherches en 1856 ne put découvrir aucune trace de l'action de l'ozone sur le sang. HUISINGA reconnut (1867) que ce gaz oxydait énergiquement l'hémoglobine et DOGRI (1875) constata qu'il rendait le sang visqueux et le décolorait.

Isope SEYLER, enseigna que la matière colorante du sang, l'hémoglobine, au contact de l'air inspiré se transforme en oxyhémoglobine qui donne au sang artériel sa coloration rouge. Chassé dans l'économie, ce sang artériel cédera aux tissus l'oxygène dont il s'était chargé ; puis, ramené par les canaux veineux à la surface de la muqueuse respiratoire, il y retrouvera sa rutilance en absorbant l'oxygène.

Cette avidité des tissus pour l'oxygène donna à penser à quelques physiologistes qu'un corps tel que l'ozone devait être singulièrement précieux à l'économie animale. Certains, tels que GRUP BESANEZ, affirmèrent que l'oxygène de l'air devait se condenser dans les globules rouges sous forme d'ozone.

Pour IRELAND, l'ozone provoquerait la coagulation du sang.

M. MONNUT BLEYER, expérimentant sur du sang frais extrait de la carotide d'un lapin, constata que le sérum et surtout le coagulum fibrineux donnaient la réaction de l'ozone. Puis, ayant fait traverser le coagulum par un courant galvanique, il vit que la quantité d'ozone avait considérablement augmenté.

Dans une seconde expérience, le même auteur soumit un lapin pendant dix minutes à un courant de 40 milliampères.

Le sang extrait des carotides contenait une proportion d'ozone de beaucoup supérieure à la normale.

Pour conclure, dit MONUT M. BLEYER « ...l'ozone est formé dans le sang, mais il ne peut pas y demeurer à l'air libre ; il se forme de l'eau oxygénée qui coagule en partie la matière albumineuse avec l'hémoglobine pour former un composé que j'appellerai peroxyhémoglobine ».

La découverte et le perfectionnement de la technique instrumentale ont dans ces dernières années été appliqués au sujet qui nous occupe et les résultats obtenus ont servi de base à l'ozonothérapie moderne.

Mais avant d'aller plus loin, disons tout de suite que si l'on veut en observant l'effet de l'ozone sur le sang obtenir des résultats constants, il est indispensable de se placer dans certaines conditions. Ces conditions ont été formulées par M. Donatien LABBÉ.

1° L'ozone doit être pur, exempt de produits nitreux.

2° La dose ne doit pas dépasser un dixième de milligramme par litre d'air ;

3° Son inhalation doit se faire à l'air libre et non pas dans des espaces clos ou dans des cloches ou appareils hermétiquement fermés ;

4° Enfin la durée de chaque inhalation ne doit pas dépasser quinze à vingt minutes, mais peut être répétée plusieurs fois par jour et toujours, autant que possible, avant le repas.

Action de l'ozone sur l'hémoglobine. — On sait qu'à l'état normal la proportion d'oxyhémoglobine ne dépasse pas 14 o/o chez l'homme et 13 o/o chez la femme. Dans les grandes agglomérations, ces chiffres ne sont presque jamais atteints.

Or, les expériences de M. le docteur D. LABBÉ ont établi d'une façon irréfutable que l'action de l'ozone est d'accroître constamment la quantité d'oxyhémoglobine chez les sujets ayant un taux inférieur à la normale. Il est à remarquer en effet que lorsque le taux d'oxyhémoglobine est normal ou le devient sous l'action de l'ozone, cette action prolongée n'augmente plus la quantité d'oxyhémoglobine. M. le docteur D. LABBÉ s'est livré à ce sujet à de très nombreuses observations, et toutes lui ont donné des résultats concordants.

Pour le dosage de l'oxyhémoglobine, l'auteur s'est servi de la méthode hémato-spectroscopique de HÉNOCQUE (Léauté, spectroscopie du sang — Bouchard — Pathol. générale). La technique de cette méthode exige l'emploi de deux instruments : l'hématoscope et l'hématospectroscope. Le premier de ces instruments se compose de deux lames de verre accolées à l'une des extrémités de leur longueur ; à l'autre extrémité, elles sont séparées par une distance de 300 millièmes de millimètre ménageant ainsi entre leurs deux faces un espace capillaire prismatique et triangulaire. Quelques gouttes de sang étalées entre les deux lames, pourront donc être examinées sous une épaisseur qui ira en augmentant graduellement de 0 à 300 millièmes de millimètre. La lame de verre inférieure est graduée, et ces graduations peuvent être aperçues plus ou moins loin par transparence, suivant que le sang sera plus ou moins changé en oxyhémoglobine.

L'hémato-spectroscope est basé sur l'existence des deux bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine sur le spectre. La quantité d'oxyhémoglobine contenue dans le sang est indiquée par la position des deux bandes caractéristiques, par rapport aux divisions de l'hématoscope.

On voit qu'en dehors des procédés chimiques, il existe des méthodes pratiques et précises pour doser l'oxyhémoglobine du sang. Il était donc permis de penser, que les résultats obtenus par M. le docteur LABBÉ, au sujet de l'action de l'ozone ne donneraient lieu à aucune contradiction. Les conclusions de cet auteur ont été pourtant combattues par M. le professeur d'ARSONVAL dans une communication présentée à la société, de Biologie (18 Mai 1914). Expérimentant sur des lapins qu'il renfermait sous des cloches, M. le professeur d'ARSONVAL, ne put constater l'action de l'ozone sur l'oxyhémoglobine. Mais nous savons qu'une des conditions de succès de l'expérience consiste à opérer à l'air libre : de plus, l'ozone employé n'était peut-être pas à l'état de pureté.

Voici d'ailleurs quelques résultats obtenus par M. le docteur Donatien LABBÉ :

M. X.... 23 ans, avant l'inhalation	10 o/o	d'oxyhémoglobine
immédiat après	11 o/o	—
M ^{lle} X... 22 ans avant	9 o/o	—
immédiat après	10 o/o	—
M. X. ... 36 ans, avant	11 $\frac{1}{2}$ o/o.	—
immédiat. après	13 $\frac{1}{2}$ o/o	—
M ^{me} X... 26 ans, avant	11 o/o	—
imméd. après	12 o/o	—
M ^{lle} X... 47 ans, avant	11 o/o	—
imméd. après	12 o/o	—
M. X ... 23 ans avant	11 o/o	—
imméd. après	12 o/o	—
M. X ... 34 ans, avant	12 $\frac{1}{2}$ o/o	—
imméd. après	14 o/o	—
M. X ... 24 ans, avant	9 $\frac{1}{2}$ o/o	—
imméd. après	10 o/o	—

Action de l'ozone sur les éléments figurés du sang. — Une observation minutieuse a permis de constater que chez les

malades soumis aux inhalations d'air ozoné, le nombre des globules rouges allait toujours en augmentant. Cette augmentation est d'autant plus rapide et considérable que le sujet se trouve plus anémié.

Le nombre des globules blancs diminue au contraire rapidement sous l'action de l'ozone. Dans l'un et dans l'autre cas la quantité d'oxyhémoglobine augmente.

Les tableaux qui suivent, et que nous empruntons aux observations de M. le docteur LAGRANGE sont instructifs, nous nous bornerons à les reproduire.

OBSERVATION I. — Marie A... 9 ans et demi, avant le traitement :

oxyhémoglobine	10 °/o
globules rouges	4. 610. 000

15 jours après le traitement.

oxyhémoglobine	11 °/o
globules rouges	4.650.000,

OBSERVATION II. — Hortense L... 5 ans et demi, avant le traitement :

oxyhémoglobine	6 °/o
globules rouges	3. 379.000

15 jours après le traitement :

oxyhémoglobine	9 $\frac{1}{2}$ °/o
globules rouges	4. 340. 000

OBSERVATION III. — Jeanne H ... 12 ans et demi, avant le traitement :

oxyhémoglobine	9 °/o
globules rouges	4. 598. 000.

15 jours après le traitement :

oxyhémoglobine	12 °/o
globules rouges	4. 712. 000.

OBSERVATION IV. — Antoinette H ... 7 ans, avant le traitement :

oxyhémoglobine	5 $\frac{1}{2}$ °/o
globules rouges	3. 389. 000.

15 jours après le traitement :

oxyhémoglobine	9 $\frac{1}{2}$ o/o
globules rouges	4. 185. 000.

OBSERVATION I. — Julien C ... 22 ans. avant le traitement.

Avant le traitement 11. 900 globules blancs.
2 mois après le traitement 4. 600 —

OBSERVATION II. — M. B ... 18 ans.

Avant le traitement 13. 300 globules blancs
2 mois après le traitement 4. 000 —

OBSERVATION III. — M. L ... 47 ans.

Avant le traitement 11. 000 globules blancs
2 mois après le traitement 10. 000. —

OBSERVATION IV. M. G ... 29 ans.

Avant le traitement 14. 000 globules blancs.
2 mois après le traitement 3. 200. —

OBSERVATION V. — M. G ... 70 ans.

Avant le traitement 4. 300 globules blancs.
2 mois après le traitement 3. 200. —

OBSERVATION VI. — M. H. 25 ans.

Avant le traitement 15. 500 globules blancs.
2 mois après le traitement 7. 400 —

OBSERVATION VII. — M. S ... 26 ans.

Avant le traitement 3. 400 globules blancs.
2 mois après le traitement 2. 600 —

Action de l'ozone sur la nutrition. — Des méthodes nouvelles permettent de mesurer d'une façon aussi pratique que précise, l'activité des échanges qui se produisent au sein de l'organisme.

Ces échanges, se faisant par l'intermédiaire de l'oxyhémoglobine, qui cède son oxygène aux tissus, la mesure de l'activité des échanges est sous la dépendance de deux facteurs qui sont : 1° Taux de l'oxyhémoglobine contenue dans le sang ; 2° affinité des tissus pour cette oxyhémoglobine.

De ces deux facteurs, le premier nous est révélé à l'aide de l'hématoscope de HÉNOQUE. Cet auteur a imaginé une technique des plus ingénieuses et qui nous permet d'évaluer le degré d'affinité des tissus pour l'oxyhémoglobine.

Si l'on entoure d'une ligature bien serrée la base du pouce chez un individu, on isole ainsi un milieu contenant une certaine quantité de sang et des tissus. Ces tissus absorberont l'oxyhémoglobine du sang dans un temps qui variera suivant la quantité de cette oxyhémoglobine et suivant le degré de leur activité réductrice.

Chez un homme dont le taux d'oxyhémoglobine est normal (14 o/o), la durée de cette réduction (disparition des bandes caractéristiques) est d'environ 70". Si la réduction mettait plus longtemps à s'effectuer, cela indiquerait que l'aptitude des tissus est au-dessus de la normale.

Dans le cas où le taux de l'oxyhémoglobine est au-dessous de 14 o/o un simple calcul de proportion permettra d'obtenir le coefficient de l'activité de réduction chez un sujet donné.

Après une inhalation d'ozone, l'activité de réduction a toujours été trouvée augmentée ; même chez des sujets sains.

Il ressort des observations de MM. LABBÉ et LAGRANGE, qu'il se produit après les inhalations d'ozone une légère augmentation de la tension artérielle et du nombre de pulsations.

Des recherches de MM. LABBÉ et PEYRON, il apparaît que

la quantité d'urée augmente dans les urines des sujets soumis aux inhalations d'ozone.

« L'ozone, dit M. LABBÉ, en rendant les oxydations plus énergiques, les combustions plus actives, nécessite un renouvellement des matériaux nutritifs ; d'où très vite augmentation de l'appétit qui prend même, chez certains sujets, des exigences inconnues jusqu'alors. Cette augmentation de l'appétit se traduit au bout de peu de temps par un accroissement de poids plus ou moins notable, et variable suivant les sujets ».

PRODUCTION DE L'OZONE

Nous avons vu que l'ozone atmosphérique prenait naissance spontanément dans certaines conditions déterminées

Il était rationnel, pour obtenir de l'ozone artificiellement de chercher à imiter la nature, et de s'efforcer de réunir les meilleures conditions susceptibles de donner naissance à ce gaz.

Toutes les méthodes de production, soit de laboratoire, soit industrielles, se retrouvent en principe dans la nature : on peut les résumer ainsi :

1° Méthode par oxydation lente de certains corps, comme le phosphore et l'essence de térébenthine.

2° Par la chaleur, dans certaines combustions vives.

3° Sous l'influence des sels radio-actifs en présence de l'oxygène.

4° Par diverses réactions chimiques (bioxyde de baryum, permanganate de potasse ; le persulfates, le fluor, etc...).

5° Par des procédés électro-chimiques et généralement par électrolyse de solutions acides ou salines.

6° Enfin par l'électricité. C'est cet agent qui jusqu'à présent est le plus employé dans la fabrication de l'ozone.

Nous allons passer rapidement en revue tous ces procédés avec quelques détails.

Production de l'ozone par les oxydations lentes. — L'oxydation lente du phosphore dans l'air humide dégage 125 calories. Des bâtons de phosphore plongés à moitié dans l'eau s'oxydent lentement en donnant de l'acide phosphorique; l'eau dans laquelle ils plongent renferme une certaine proportion d'ozone.

Cette réaction exige la présence de vapeur d'eau et n'a pas lieu avec de l'oxygène pur et sec. De même les phénomènes de phosphorescence du phosphore paraissent liés à la production de l'ozone, car les conditions, qui, comme la sécheresse, empêchent la formation d'ozone, sont aussi un obstacle à la phosphorescence.

La température optima est vers 20°.

C'est sur ce principe qu'était basée la plus ancienne méthode de préparation de l'ozone aujourd'hui abandonnée, tant à cause de son faible rendement, qu'à cause de l'impureté du produit obtenu.

Préparation de l'ozone par la chaleur. — MM. TROOST et HAUTEFEUILLE ont préparé l'ozone en faisant passer un courant d'oxygène dans un tube de porcelaine chauffé à 1.400° et traversé dans son axe par un tube d'argent refroidi par un courant d'eau: ce tube d'argent est lui-même traversé par un tube de petit diamètre communiquant avec l'espace annulaire du tube de porcelaine. Le courant gazeux, chauffé à 1.400° est aspiré par ce tube de petit diamètre: l'ozone formé à cette température étant brusquement refroidi n'est pas détruit au fur et à mesure de sa production et l'on peut recueillir l'oxygène ozoné.

On obtient encore l'ozone par calcination de certains sels métalliques.

Production de l'ozone par calcination des sels radio-actifs. — Si l'on conserve un sel radio-actif, comme du chlorure de baryum dans un flacon bouché, on sent nettement une odeur d'ozone lorsqu'on débouche le flacon. Cette odeur se dissipe assez vite, — mais redevient perceptible si l'on referme le flacon pendant quelque temps.

Il est à remarquer que cette radio-activité ne s'exerce que sur l'oxygène directement en contact avec le sel actif. Les rayons de BECQUEREL qui sortent d'une ampoule scellée contenant du radium n'ont aucune action sur l'oxygène pour le transformer en ozone.

Procédés de préparation de l'ozone par réactions chimiques. — Diverses réactions chimiques sont susceptibles de donner naissance à de l'ozone. Nous nous contenterons de signaler les principales.

a) Par réaction de l'acide sulfurique monohydraté sur le bioxyde de baryum.

b) Par le permanganate de potasse, sur lequel on fait agir l'acide sulfurique.

c) Par les persulfates. — Les persulfates sont assez instables, surtout dans l'air humide, notamment les persulfates alcalins, et le persulfate d'ammonium qui se décompose facilement à chaud, en donnant un abondant dégagement d'oxygène et d'ozone.

d) Par le fluor. — Le fluor décompose l'eau en formant de l'acide fluorhydrique et de l'ozone.

La réaction est très sensible, et il suffit de laisser tomber quelques gouttes d'eau dans une atmosphère de fluor pour voir apparaître la teinte bleue caractéristique de l'ozone.

Pratiquement, on fait arriver le fluor par un tube de platine dans un barboteur contenant de l'eau maintenue à 0°.

La concentration de l'ozone obtenu dépend de la rapidité du courant de fluor. On obtient ainsi de fortes proportions d'ozone (14 %), et, fait important, l'ozone ainsi obtenu, ne renferme pas de trace de composés oxygénés de l'azote.

Actuellement, la fabrication du fluor étant devenue pratique et peu coûteuse, ce procédé de préparation de l'ozone mérite de fixer l'attention, et il est à prévoir que cette méthode recevra son application dans la pratique.

Préparation de l'ozone par les procédés électro-chimiques. — La décomposition de l'eau par l'électrolyse donne naissance à de l'ozone : pour recueillir cet ozone, il faut se placer dans des conditions particulières qui évitent la destruction de l'ozone formé. Les électrodes doivent être de métal inattaquable par l'ozone, en platine iridié par exemple ; et l'eau ne doit contenir aucune trace de matière organique susceptible de s'oxyder en présence de l'ozone. — De plus l'électrolyse devra être refroidi. On peut employer soit de l'eau acidulée d'acide sulfurique, soit une solution de permanganate de potasse acidifiée soit une solution saturée d'acide chromique.

Préparation de l'ozone par les procédés électriques. — Presque tous les procédés de fabrication employés couramment aujourd'hui, empruntent à l'électricité l'énergie nécessaire à polymériser l'oxygène. Le principe peut s'énoncer ainsi :

Lorsqu'on fait passer une série d'étincelles électriques à travers l'oxygène pur, il y a transformation en ozone. Par un procédé aussi simple, le rendement serait faible parce que la réaction serait limitée par l'échauffement du milieu qui détruirait l'ozone au moment de sa formation.

La nature du courant employé a une influence sur la proportion d'ozone produite. De même on devra tenir compte de la décharge. Sous forme d'étincelle ou d'aigrette, on n'obtiendra qu'un faible rendement d'ozone. Au contraire, une décharge obscure et silencieuse, sous forme d'effluve, donnera de l'ozone en beaucoup plus forte proportion. Dans la pratique, c'est donc aux appareils à effluves que l'on a recours.

Malgré tout, avec l'effluve, comme avec la décharge, la réaction sera toujours limitée ; toujours il se produit un équilibre entre la production de l'ozone et sa destruction spontanée.

Cette limitation est moins rapide si l'on opère à basse température ; c'est encore une des raisons qui feront préférer l'effluve, décharge qui dégage moins de chaleur que l'étincelle.

Un générateur d'ozone devra donc se composer de deux électrodes entre lesquels se produit l'effluve, le tout dans une enceinte où l'on fait passer un courant d'air ou d'oxygène pur. On devra chercher à éviter, entre les électrodes, la formation d'arcs voltaïques ou d'étincelles : c'est pourquoi, dans certains appareils, on intercale entre ces électrodes des cloisons isolantes ou diélectriques.

On peut employer pour la production de l'effluve toutes sortes de courants : machines électrostatiques, condensateurs, électrophores, piles, bobines d'induction, transformateurs machines à courants continus ou alternatifs. La seule condi-

tion nécessaire est que la tension du courant fourni soit suffisante.

Nous ne nous étendrons pas plus amplement sur le choix du courant. Nous ajouterons simplement que les machines statiques sont employées quelquefois en vue d'applications médicales, mais on leur préfère généralement les bobines d'induction. On a cherché à obtenir un rendement plus grand d'ozone, en élevant la tension du courant ; on s'est alors servi de transformateurs qui donnaient des courants d'une tension atteignant jusqu'à 50.000 volts ; l'ozone fourni était très impur et contenait de fortes proportions de vapeurs nitreuses : de plus les ozoneurs étaient rapidement hors de service, si bien que finalement le rendement était moins bon. Industriellement, pour produire de grandes quantités d'ozone, on se sert de machines à courants alternatifs conjugués avec des transformateurs.

Générateurs électriques d'ozone. — En général, un ozoneur peut se résoudre à un condensateur dont les armatures sont soumises à des potentiels égaux et de signes contraires. La décharge électrique se produit sous forme d'effluve en polymérisant l'oxygène de l'air situé entre les deux électrodes du condensateur. C'est sur ce principe que repose la construction de tous les ozoneurs. Ce qui varie surtout, c'est la forme des électrodes et la tension du courant employé.

Dans certains appareils et pour éviter la formation d'arcs voltaïques, on a interposé entre les électrodes des lames isolantes soit solides, soit liquides ; on a aussi cherché à éviter l'échauffement des électrodes qui est une cause de destruction de l'ozone. On y est arrivé en refroidissant soit

les diélectriques, soit le gaz à ozoner, soit en augmentant la vitesse de l'air à ozoner.

On doit plutôt chercher à produire une grande quantité d'ozone dilué, qu'une quantité faible mais concentrée.

Nous ne pouvons, dans une thèse médicale, entrer dans les détails de construction des appareils, qui sont d'ailleurs très nombreux ; nous nous bornons à en indiquer les principes généraux.

ROLE DE L'OZONE EN THÉRAPEUTIQUE

Un grand nombre d'essais ont été faits pour appliquer l'ozone dans diverses maladies ; les résultats de l'emploi de l'ozone en thérapeutique ont été particulièrement concluants dans l'appauvrissement du sang en général, dans l'anémie provenant du surmenage, dans la chloro-anémie, dans l'anémie syphilitique, saturnine, etc....

Dans la nutrition, dans la respiration et sur le système nerveux, l'ozone agit avec efficacité.

SCELLES DE MONDÉSERT, conseillait vivement de donner de l'ozone aux malades atteints de diabète sucré ou de goutte. Il avait remarqué en effet que les marins n'ont presque jamais la goutte tant qu'ils sont en mer ; il attribue cela à l'ozone produit incessamment par l'agitation de l'eau des vagues. Ces hommes, habitués à un air vif, forment de l'acide urique et sont malades dès qu'ils rentrent dans leurs foyers. SCELLES DE MONDÉSERT conseillait encore de donner l'ozone aux diabétiques, pour « faciliter la transformation en acide carbonique et eau, du sucre de nos aliments et de celui que forme le foie ».

Mais ultérieurement, DE RENZI essaya de traiter par l'ozone plusieurs diabétiques et n'obtint aucun résultat. Par contre

il améliora par le même traitement l'état général de treize phtisiques.

Sur les voies respiratoires, l'ozone exerce une action particulièrement efficace ; les bronchites et les coqueluches sont soignées avec satisfaction.

Ce traitement par des inhalations prolongées est non seulement capable d'apporter aux tuberculeux un soulagement, mais encore la guérison de la tuberculose prise à ses débuts.

Sur les fonctions nutritives, il y a excitation ; l'appétit se recouvre chez les malades, l'élimination de l'urée et de l'acide phosphorique augmente.

Citons aussi l'eau ozonisée, qui n'a aujourd'hui qu'un intérêt historique : elle fut préconisée par MÉNIÈRES qui publia dix-huit cas d'otorrhée traités avec succès par l'ozonéine, qui était une solution d'ozone ; par STERNE qui l'employait en injection dans le carcinome et les abcès tuberculeux ; par KISHERT (de Madrid), qui aurait ainsi obtenu de bons résultats dans le traitement d'un cancroïde de la peau et d'une tuberculose locale.

En 1890, Otto RINGK fit une communication sur l'usage de l'ozone dans la diphtérie, la variole, la coqueluche, la tuberculose, ainsi que dans la lutte contre la propagation épidémique de ces maladies. Dans sa pratique, cet auteur a remplacé l'eau ozonée par une préparation spéciale qu'il appelait « antibactéricon » et qui n'était qu'une dissolution d'ozone dans une huile de citron très pure.

En dehors de l'ozone obtenu au moyen de générateurs électriques, qu'on ordonne aux malades dans des conditions variables avec la maladie, on a proposé aussi certains remèdes consistant en produits chimiques, destinés à l'usage interne,

et qui sont susceptibles de fournir de l'ozone dans l'organisme par l'action des acides.

Le peroxyde de zinc ou ektogom, et le peroxyde de magnésium ou hopogan, dégageant de l'eau oxygénée et de l'ozone en présence des acides, ont été préconisés en médecine ces dernières années.

L'eau oxygénée et l'ozone formés exercent une action locale antiseptique et oxydante ; l'hopogan a été ordonné avec succès dans le traitement des fermentations gastro-intestinales.

Conditions de l'ozone en thérapeutique. — Dans ses expériences, le Dr Donatien LABBÉ a employé l'air et non pas l'oxygène pour préparer l'ozone, sous l'influence de l'effluve électrique.

Cet air était aspiré par une trompe soufflante dans les proportions d'un litre par 40 secondes après avoir été filtré sur une couche d'ouate antiseptique. L'ozone ne dépassait pas 0^m 11 à 0^m 12 par litre d'air, quantité considérée comme la dose thérapeutique.

Un dixième de milligramme environ par litre d'air était obtenu en 40 secondes, les inhalations ne dépassaient guère 15 minutes ; au bout de ce laps de temps, le sujet en traitement avait respiré environ 2^m 5 d'ozone.

Même respiré pendant une demi-heure, les Dr Donatien LABBÉ et OUDIN n'ont pas constaté des effets toxiques de la part de l'ozone. Dans la pratique thérapeutique les inhalations varient de 7 à 15 minutes.

Lorsqu'on fait usage de l'ozone dans les interventions médicales il est bon de connaître son état de pureté, la richesse du gaz en ozone et le débit de ce gaz par minute ;

ce n'est que dans ces conditions qu'il est possible de se rendre compte d'une façon précise des effets qu'il produit et de les répéter facilement d'une façon méthodique.

Dans les traitements médicaux toutes ces conditions ont été facilitées aux malades, car ils ont à leur disposition des appareils pratiques, dont ils peuvent se servir eux-mêmes, établis spécialement pour fournir du gaz ozoné suffisamment pur et conforme aux exigences thérapeutiques.

En vérité, c'est le sujet qui le plus souvent est le meilleur juge et le régulateur rationnel des conditions du traitement, dont il est apte à se rendre compte exactement par les effets qu'il ressent, guidé en premier lieu par les prescriptions médicales.

Comme appareils producteurs d'ozone, spéciaux pour les usages thérapeutiques, on peut se servir des ozoneurs à effluves électriques tels que ceux de CHARDIN, de Donatien LABBÉ, d'ANDRÉOLI, de SÉGUY, des Docteurs OUDIN et OUDET, etc...

Certains appareils, tels que ceux de CHARDIN, Donatien LABBÉ, SÉGUY, sont portatifs, et ont été construits spécialement en vue des usages thérapeutiques de l'ozone.

Suivant les usages avec lesquels on destine l'ozoneur, on peut faire communiquer le tuyau amenant le gaz ozoné avec divers accessoires qui permettent ainsi de réaliser les conditions exigées suivant telle ou telle application médicale.

Dans l'appareil ozoneur portatif de CHARDIN le tuyau de dégagement d'ozone est mis en relation avec une embouchure mobile ou pavillon en verre ou en aluminium lorsqu'on veut faire des inhalations d'ozone.

On peut remplacer le pavillon mobile par une embouchure spéciale, pour la barche, ou par un iodozoneur, petit appareil

en verre à deux tubulures, destiné à recevoir le médicament qui doit saturer l'ozone. Ainsi que son nom l'indique, l'iodozoneur porte généralement de l'iode, que le malade respire pendant les inhalations d'ozone.

La canule mobile binasale du docteur OTTENIEN est employée pour l'absorption de l'ozone par les fosses nasales.

Il arrive parfois, dans certains cas que l'efficacité de l'action de l'ozone en thérapeutique ne se perçoit pas immédiatement, et qu'il se produit un effet comparable à celui obtenu sur un sujet qui au début de son séjour à la campagne ou à la mer est l'objet d'une fatigue ou d'une gêne, mais qui, dans la suite acquiert un bien-être et une amélioration notable de son état primitif.

De même on constate aussi parfois, qu'après avoir cessé complètement l'action de l'ozone dans diverses affections, la santé du sujet continue à s'améliorer, comme si le traitement de l'ozone se poursuivait ; ce phénomène trouverait peut-être une explication dans la durée de la diffusion de l'ozone, mais il paraît plus rationnel encore, d'admettre que la modification du milieu, qu'a pu apporter dès le début l'ozonisation a rendu ce milieu impropre à certains développements susceptibles d'être la cause de la maladie.

Au point de vue bactériologique, ce n'est pas une action microbicide directe de la part de l'ozone qui s'exercerait dans ce cas, mais une action bactéricide indirecte par suite de la modification du milieu produite par l'ozone qui ne permet plus à l'agent pathogène de se trouver dans un milieu propice au développement.

Tuberculose. — L'ozone a fourni des résultats satisfaisants aux docteurs DE RENZI, BIRIOUKOFF, COLLART (de Liège),

Donatien LABBÉ, OUDIN, Le TANNEUR et CARITZALIS qui l'ont employé dans le traitement de la phtisie.

Les premières observations de DE RENZI datent de 1886 ; elles constatent une amélioration notable chez treize phtisiques traités par l'ozone.

Quelques années plus tard, le docteur BIRIOUKOFF publiait quelques cas de phtisie traités par l'ozone et améliorés.

COLLART (de Liège) communiquait de son côté cinq cas de tuberculose traités par l'ozone ; il constate chez ses malades l'amendement des symptômes généraux et des signes locaux, ainsi que l'augmentation du poids du corps.

En 1898, MM. LABBÉ et OUDIN présentaient à l'Académie de Médecine une importante communication. Elle portait sur trente-huit cas de tuberculose soumis à l'ozonothérapie. Dans tous les cas, les auteurs ont constaté une amélioration durable ou temporaire, caractérisée par le retour à l'appétit, la disparition des sueurs, de la diarrhée, des vomissements. En résumé, sur ces cent trente-huit cas tuberculeux, 7 au premier degré et 5 au deuxième donnèrent de très bons résultats ; 16 au deuxième et 3 au troisième degré furent très sensiblement améliorés ; 6 malades seulement succombèrent au progrès de la cachexie.

La même année, NORRIS, (New-York) publiait quinze observations de phtisiques traités par l'ozone. Deux des malades ont succombé, cinq autres ont vu leur état s'aggraver. Le reste eut une amélioration considérable : augmentation du poids, diminution de l'expectoration, cessation des sueurs nocturnes, atténuation et même dans deux cas, disparition des signes physiques.

Peu de temps après le mémoire de MM. LABBÉ et OUDIN

paraît un travail important de SLÉTOFF. Ce dernier auteur s'est beaucoup occupé du traitement de la tuberculose pulmonaire par l'ozone. Il nous donne le résultat de cent quarante-sept observations. La première action du séjour du tuberculeux dans l'atmosphère ozonisée est, dit-il, un désir irrésistible de respirer plus profondément, sensation que l'auteur compare à celle qu'on éprouve lorsque, au printemps on passe dans un bois de sapins. Ces respirations profondes sont légères et indolores. Pendant les deux ou trois minutes de l'expérience, on constate de la toux due à l'excitation des voies respiratoires supérieures ; puis tout se calme. Les inhalations doivent être prises deux ou trois fois par jour. Sous leur influence, la toux du matin diminue, les crachats deviennent plus abondants, plus spumeux, et se détachent plus facilement. L'appétit augmente. Le sommeil est plus profond, plus long, ce qui confirme encore une fois l'action somnifère de l'ozone indiquée par BINZ.

Chez les tuberculeux fébricitants, on constate déjà à la fin de la première ou de la seconde semaine, un abaissement de la température. Les sueurs deviennent plus rares et moins abondantes.

M. SLÉTOFF n'a pas observé la disparition complète de la fièvre chez les tuberculeux fébricitants.

L'oppression diminue, par conséquent la marche est plus aisée.

Les hémoptysies deviennent plus rares, parfois même disparaissent au cours du traitement. M. SLÉTOFF raconte l'histoire d'un malade chez lequel les hémoptysies presque quotidiennes, ont complètement disparu après deux mois de traitement.

Comme conséquence directe de l'amélioration de l'appétit et du sommeil, on constate l'augmentation des forces et du poids, bien que les conditions dans lesquelles vit le malade restent les mêmes.

Dans l'application de l'ozone dans les cas de tuberculose on constate un fait clinique indéniable, le nombre des bactéries diminue dans les crachats, dès la deuxième ou troisième inhalation, avant même que l'état général du malade ne soit amélioré.

Selon OUDIN, il y aurait une explication à ce fait : l'ozone n'agirait pas directement comme bactéricide, mais en modifiant le milieu et le rendant impropre au développement et à la vie de ces bactéries.

Or, les cultures du bacille de la tuberculose ne réussissent que dans les milieux franchement alcalins, la moindre acidité les tue, même un bouillon de culture neutre ne pourrait donner lieu à un ensemencement efficace. On constate aussi que l'ozone modifie la constitution du sang ou des liquides intracavitaires, en les rendant plus acides, et ceci dans de fortes proportions ; il y a là pour le malade, dès les premières inhalations, une modification du terrain de culture, cause capable d'enrayer localement la prolifération bacillaire.

Nous trouvons dans le « Journal de Médecine » de 1900 un travail du docteur Le Tanneur. Cet auteur emploie l'ozone pur ou mélangé à des essences (eucalyptus, gaïacol, formol, créosote). Les résultats obtenus ont été excellents surtout chez les tuberculeux. Des cas d'anémie, de tuberculose au premier et au deuxième degré, des catarrhes bronchiques suffocants d'asthme ont été considérablement améliorés.

Ainsi donc, chez les tuberculeux soumis aux inhalations

générale ; non seulement le sang s'enrichit d'oxyhémoglobine mais encore les malades recouvrent l'appétit, augmentent de poids et une action spéciale paraît avoir lieu sur l'état local du poumon.

Bronchite, Coqueluche. — L'ozone a été employée avec beaucoup de succès dans les affections de toutes les parties des voies respiratoires. Les inhalations d'ozone ont été reconnues dans les cas de bronchites infantiles par les docteurs D. LABBÉ et RÉGNIER, et dans la coqueluche par les docteurs D. LABBÉ, OUDIN, HELLET et CAILLET (de New-York).

En 1891, le docteur HELLET fit paraître un certain nombre d'observations de coqueluches traitées par l'ozone. Les inhalations modifièrent heureusement les enfants, le nombre des quintes de toux alla toujours en diminuant, l'état général des malades s'améliora rapidement, et l'appétit revint en quelques jours.

Dans la coqueluche, le Dr DEREcq a pu constater que l'action de l'ozone était immédiatement efficace : après une seule inhalation, chez un malade au onzième jour de sa coqueluche les vomissements cessèrent et le nombre des quintes de toux tomba de quatorze à quatre.

Donatien LABBÉ et OUDIN, ont dressé un certain nombre de courbes de quintes de toux, au cours de leurs observations cliniques sur de petits malades atteints de coqueluche qui montrent une amélioration généralement immédiate au point de vue de la fréquence des quintes, lesquelles diminuaient de durée et d'intensité ; de plus les vomissements disparaissaient assez vite et le malade recouvrait l'appétit.

L'ozone, outre son action tonique et reconstituante sur la nutrition agirait surtout dans la coqueluche comme agent

antiseptique. Les séances doivent durer de quinze à vingt minutes et être renouvelées deux ou trois fois par jour.

Des résultats très satisfaisants ont été obtenus par HUGUET, dans des cas de coqueluche, les malades étaient traités chaque jour, pendant une heure par des inhalations d'air pur ozoné, chargé d'acide phénique, d'eucalyptus et de benjoin le traitement des affections catharrales chroniques des fosses nasales, par des inhalations d'air contenant une forte proportion d'ozone (0 gr. 070 par litre).

Dans tous ces cas l'ozone peut être employé pur ou mélangé à des essences telles que l'eucalyptus, le gaiacol, la créosote, le formol, etc.

Anémie. — Chloro-anémie. — Sur les anémiques les inhalations d'ozone réussissent particulièrement ; le sang s'enrichit de globules rouges et d'oxyhémoglobine. Il y a alors augmentation de l'activité réductrice dans les tissus, et les globules blancs subissent une progression décroissante.

DONATIEU LABBÉ a fait des recherches intéressantes à ce sujet : Voici le résultat de ses recherches : Dans le sang, chez un sujet de bonne santé, il y a normalement de 13 à 14^o/o d'oxyhémoglobine ; si l'on prend un sujet ayant seulement 10 à 11 ^o/o d'oxyhémoglobine, un quart d'heure d'inhalation est suffisant pour obtenir une augmentation de 1 ^o/o. Si l'on ne fait seulement qu'une séance d'inhalation, cette augmentation persiste pendant douze à vingt-quatre heures ; en continuant les inhalations chaque jour, on arrive à maintenir dans le sang la proportion d'ozone, qui croît jusqu'au chiffre physiologique.

ACTION DE L'OZONE SUR L'AIR

L'ozone possède le pouvoir d'annihiler l'odeur de certaines substances : en dehors de ce pouvoir, l'ozone agit encore sur l'air comme désodorisant, désinfectant et stérilisant. Son pouvoir désodorisant est très puissant puisque 16 litres d'ozone suffirent à SCONNSETEN pour faire disparaître d'une façon complète toute trace de produits ammoniacaux dégagés en quarante-huit heures par deux tas de fumier dans une salle de l'hôpital de Metz de 11 000 mètres cubes. Tous les gaz odorants, hydrogène sulfuré et hydrogène carboné, et gaz ammoniacaux avaient été détruits.

Son pouvoir microbicide n'est pas moins important ; cependant cette action microbicide dépend beaucoup de la teneur de l'air en ozone et de la durée du temps de contact. De nombreuses expériences furent faites pour arriver à déterminer le pouvoir microbicide de l'ozone.

CHAPUIS recueillit des poussières atmosphériques sur des bourres d'ouate : une partie seulement de ces bourres était soumise à l'action de l'ozone. Par ensemencement sur bouillon de levure de bière, il n'obtenait de cultures qu'avec les poussières des bourres non soumises à l'action de l'ozone.

Dans l'air renfermant de 1 milligramme 5 à 2 milligr.

d'ozone par litre, la bactériodie charbonneuse, le bacille d'EBERTH, le staphylocoque, le bacille de LOFFLER, les spores d'*aspergillus niger* ne se développent pas en culture. Les cultures meurent au bout de cinq jours sauf celles de l'*aspergillus niger*.

Les cultures de charbon sont ralenties dans leur développement au bout de quarante-huit heures seulement et tuées au bout de quatre jours.

Pour que cette action soit efficace, il faut employer de l'ozone en concentration suffisante (0 milligr. 5 au moins suivant CHRISTMAS) : de plus l'action est beaucoup plus rapide et plus forte à la surface des cultures que dans les couches profondes.

De tout ce qui précède, on peut donc conclure que pour avoir une action utile, il faut employer une concentration, d'ozone le plus fort possible, en tenant cependant compte des maxima thérapeutiques au-delà desquels l'atmosphère ozonée devient suffocante et irritante.

Il faudrait obtenir un contact aussi parfait que possible entre l'air ozoné et l'air à stériliser, et enfin il faudra prolonger le contact assez longtemps.

Une cause d'insuccès dans la stérilisation de l'air est la présence en forte proportion de poussières organiques. Ces poussières organiques ont la propriété de décomposer l'ozone en oxygène, inactif vis-à-vis des colonies microbiennes.

Enfin, on peut encore signaler l'action de l'ozone, sur l'oxyde de carbone. Sous l'influence de l'ozone ce gaz toxique serait transformé en acide carbonique.

Ces trois actions, désodorisante, microbicide et purifiante, ont conduit à employer l'ozone pour l'assainissement des

locaux où l'air peut être rapidement vicié, hôpitaux, ateliers, écoles, etc...

C'est ainsi qu'à l'hôpital BOUCICAUT, on installa sous la direction du Dr LABBÉ en 1900, tout un ensemble d'appareils destinés à ozoner 1400 mètres cubes d'air à l'heure.

En 1907, la société du Métropolitain fit des essais de stérilisation de l'air des souterrains au moyen d'ozone : les appareils furent installés à la station du Père Lachaise.

Sans entrer dans la discussion des pourcentages variables d'acide carbonique dans les divers métropolitains français et étrangers, au point de vue des influences respiratoires sur l'organisme, il convient de remarquer toutefois en ce qui concerne le métropolitain de Paris qu'il se forme une production d'ozone continuelle faisant sentir son action destructive sur les microbes répandus dans l'air atmosphérique.

En effet, par la traction électrique, il se produit entre les roues des voitures en marche et les rails, des étincelles d'autant plus fortes que le temps est sec. Sous l'influence des décharges électriques continues, l'air est oxydé et transformé en ozone qui se répand dans l'atmosphère en proportion peu considérable, il est vrai chaque fois, mais qui n'en exerce pas moins cependant une action microbicide efficace par la continuité de sa production.

Divers produits composés de plantes aromatiques et d'huiles essentielles sont vendus dans le commerce comme dégageant de l'ozone pour assainir les appartements et autres locaux.

Ces produits sont placés dans des appareils appropriés pour faciliter leur diffusion dans l'air atmosphérique.

ACTION DE L'OZONE SUR L'EAU

Les premiers essais sur la stérilisation des eaux furent effectués en France en 1886 dans le laboratoire de M. de Méritens.

Le dispositif employé avec les moyens dont on disposait à l'époque, consistait à produire de l'ozone avec un œuf électrique au moyen d'une bobine de RUHMKOFF, et à aspirer l'air ozoné par une aspiration d'eau, pour le faire passer de bas en haut dans une colonne remplie de petites billes en verre sur lesquelles se déversait par la partie supérieure l'eau à stériliser qui descendait en minces filets par une série de petits tubes placés circulairement.

Après des expériences faites sur la stérilisation de l'eau par l'ozone, FROHLICH entreprit en 1891 une série d'essais sur la stérilisation industrielle des eaux.

A la suite de ces essais, il fut admis que la stérilisation des eaux par l'ozone pouvait entrer dans le domaine industriel ; il fut reconnu que l'ozone en présence d'une eau contaminée par les bacilles du charbon, du choléra, du typhus, etc..., renfermant des matières oxydables, s'attaque d'abord à ces matières, puis, agit une fois qu'elles sont oxydées, sur les bacilles en produisant leur destruction.

Ohlmüller (de Berlin), étudia en 1891 l'influence de l'ozone sur les bactéries, et reconnut qu'il agissait d'une façon très puissante sur les bactéries de l'eau, à condition toutefois que l'eau ne soit pas trop souillée par les matières organiques inertes. C'est la raison pour laquelle certains expérimentateurs ont trouvé que l'action microbicide de l'ozone était lente.

Il n'en est pas de même si l'on agit sur l'eau contenant seulement des spores ; dans ce cas l'action microbicide se fait sentir rapidement et efficacement même sur les spores résistantes du bacille du charbon.

Mais pour obtenir la stérilisation des eaux en grand, il fallait de puissants générateurs industriels d'ozone. Le premier appareil pour la stérilisation de l'eau en grand fut installé en 1893, à Odshoom (Hollande), pour le traitement des eaux du vieux Rhin ; la stérilisation des eaux par l'ozone fut ainsi étudiée sur place par VOM ERMENGEN : Après passage pendant dix minutes d'air ozoné de 5 litres titrant 15 milligr. d'ozone par litre dans de l'eau renfermant 3.717.000 spores du bacille du charbon par centimètre cube, il constata que l'eau était complètement débarrassée de ces germes.

La stérilisation était obtenue d'une façon aussi parfaite en employant des quantités moindres d'ozone, lorsqu'on avait affaire à une eau chargée de germes du choléra ou de la fièvre thyphoïde.

Pour que la stérilisation de l'eau par l'ozone se fasse dans de bonnes conditions, il faut que ce gaz stérilisant soit intimement mélangé à l'eau en traitement, afin que chaque partie infinitésimale de cette eau renfermant des microbes, soit en contact avec l'ozone pendant le temps nécessaire.

Certaines bactéries sporulées offrent une résistance vitale considérable, quel que soit le moyen de destruction employé, c'est ainsi que les espèces du genre *B. Subtilis* et *B. Ramosus* résistent même au contact de la vapeur ou de l'eau à 100° qui aurait agi plusieurs heures. L'ozone cependant peut stériliser complètement une eau qui contient de grandes quantités de ces organismes dans la période de sporulation.

Après avoir introduit dans de l'eau filtrée un grand nombre de spores du *B. Ramosus*, de telle sorte que cette eau donnait 28.000 colonies par centimètre cube, cette eau fut soumise à l'ozonisation. Sur treize échantillons examinés, *VOM ERMENGEN* constata que onze étaient stériles, deux donnèrent une colonie de *B. subtilis*.

Des expériences ont ainsi été faites sur des eaux sales, riches en matières organiques et contenant d'innombrables microbes pathogènes des plus résistants. Les résultats furent concluants.

Le microbe pathogène choisi était le bactérium coli qui est considéré comme le microbe pathogène non sporulé offrant le plus de résistance à sa destruction. L'eau fut additionnée de 7.830.000 bactéries par centimètre cube, et titrait 0 gr. 020 de permanganate. Après ozonisation douze ballons furent ensemencés, et à 18° aucun développement n'eut lieu, dans les douze échantillons ; aucun ballon ne donna une seule colonie de *B. coli*.

Des divers essais effectués sur l'action stérilisatrice de l'ozone sur l'eau, il résulte que l'ozone produit une stérilisation complète des eaux, en grande quantité, comme celles provenant des rivières, même si elles renferment un grand nombre de microbes pathogènes très résistants, à condition

toutefois que les eaux en traitement possèdent un titre en permanganate qui ne dépasse pas certaines limites.

En France, on ne resta pas insensible à de pareils résultats ; le docteur OGIER, directeur du laboratoire de toxicologie, fut envoyé en mission à Oudshoorn, et M. TINDAL installa un de ses premiers appareils à l'exposition d'hygiène, à Paris, en 1895.

Le docteur ROUX put dans ces conditions examiner la méthode, faire des analyses et des essais bactériologiques ; il constata l'action éminemment stérilisatrice de l'ozone et que cette méthode présente des avantages sérieux pour la stérilisation des eaux d'alimentation.

L'usine de Saint-Maur fut la première à fonctionner en France, en 1898, traitant de 5.000 à 12.000 mètres cubes d'eau par jour.

Dans leur rapport sur la stérilisation des eaux par l'ozone, MM. LOIR et FERNBACH se sont exprimés comme suit :

L'effet le plus remarquable, celui qui avait fait l'objet de leurs expériences, c'était la destruction des germes présents qui est complète dans les appareils de laboratoire.

Avec les appareils industriels le nombre des germes est réduit à un taux infime au-dessous duquel il serait inutile de chercher à descendre, dans des appareils destinés à fonctionner en grand, d'une manière interrompue, comme lorsqu'il s'agit de l'alimentation d'une ville en eau potable.

D'ailleurs, parmi les germes qui restent vivants et qui appartiennent toujours aux espèces les plus communes comme les plus résistantes, on n'en trouve point de pathogènes.

A la même époque (1898) des expériences analogues furent

faites à Lille, sous la direction des docteurs CALMETTE et Roux, actuellement directeur de l'Institut Pasteur à Paris. En 1899, la Commission déposa ses conclusions, où il est dit que :

Tous les microbes pathogènes ou sapophytes que l'on rencontre dans les eaux étudiées par elle sont parfaitement détruits par le passage de ces eaux dans la colonne ozonatrice. Seuls, quelques germes de bacilles subtilis résistent.

Il importe de remarquer que le *B. subtilis* est tout à fait inoffensif pour l'homme et pour les animaux ; et d'ailleurs, les germes de ce microbe résistent à la plupart des moyens de destruction, tels que le chauffage à la vapeur sous pression à 110°. Il n'est donc pas utile d'exiger sa disparition complète des eaux destinées à la consommation.

L'action de l'ozone sur les matières organiques ou minérales contenues dans les eaux se traduit par des transformations dans leur composition chimique par suite du grand pouvoir oxydant de ce gaz. Ces transformations ont été étudiées, et on a recherché si elles ne donnaient pas lieu à des substances nuisibles à la santé.

L'hydrogène sulfuré, corps toxique qui se trouve parfois dans les eaux, est réduit par l'ozone ; l'eau est alors plus riche en sulfates, corps beaucoup moins dangereux que l'hydrogène sulfuré.

L'ammoniaque, corps provenant des décompositions de matière organiques, est transformé en nitrates sous l'action de l'ozone, ce qui permet d'expliquer dans certains cas que, dans les eaux qui renferment de l'ammoniaque libre, on constate parfois une légère augmentation de nitrates, après l'ozonisation (BOURIEZ).

Ainsi donc, l'ozonisation de l'eau n'apporte dans celle-ci aucun aliment étranger préjudiciable à la santé de ceux qui en feraient usage. Au contraire, par la diminution de la teneur en matières organiques, les eaux soumises au traitement par l'ozone, sont moins sujettes aux pollutions ultérieures et sont par suite moins altérables.

L'emploi de ce corps présente en outre l'avantage d'aérer énergiquement l'eau et de la rendre plus saine et plus agréable pour la consommation sans lui enlever aucun de ses minéraux utiles.

MM. ROUX et VAILLARD d'abord, puis VAN ERMINGEN ensuite ont aussi étudié l'action de l'ozone sur les toxines. Ils ont constaté qu'elles étaient détruites. Après avoir préparé une dilution de toxine tétanique, et constaté qu'un demi-centimètre cube de cette préparation suffisait pour tuer une souris, la dilution de toxine soumise alors pendant dix minutes à l'action de l'ozone devint complètement inoffensive.

Des considérations exposées sur l'influence de l'ozone sur la composition des eaux, il résulte que les modifications apportées aux eaux par cette action sont des plus favorables à l'eau de consommation au point de vue des conditions que doit présenter une bonne eau pour être absorbée par l'organisme.

Avant d'admettre que le procédé de stérilisation industrielle des eaux destinées à la consommation peut être employé avec toute garantie et sécurité désirables, il importait de savoir si la production de l'ozone et son contact avec l'eau ne produirait pas des substances nuisibles et susceptibles de faire rejeter l'eau du but qu'on se propose d'atteindre.

On sait que sous l'influence des décharges électriques l'air

se charge de produits nitreux ; dans ce cas, il est donc nécessaire de vérifier si ces composés se retrouvent dans les eaux après l'ozonisation. La production de ces composés nitreux est évitée avec les générateurs d'ozone bien construits sans production d'étincelles.

D'autre part, l'ozone est très peu soluble et très instable, se transformant vite en oxygène.

Quelques heures après l'ozonisation, il est impossible de déceler la présence de l'ozone du reste, même au sortir des appareils de stérilisation, on perçoit à peine le goût et l'odeur caractéristiques et extrêmement sensibles de l'ozone.

PROCÉDÉS ET INSTALLATIONS

Pour compléter notre étude sur le rôle de l'ozone dans la stérilisation de l'eau, nous donnerons brièvement le principe des ozoniseurs, laissant de côté les détails techniques, qui sont du ressort de l'industrie.

Nous avons vu que les matières organiques et autres matières oxydables en général, constituaient un obstacle à l'action de l'ozone sur les microbes pathogènes dont elles retardaient la destruction et que de plus elles entraînaient une défense d'ozone par leur propre oxydation. Il s'agit donc, de préparer l'eau destinée à recevoir l'action de l'ozone pour réaliser sa stérilisation, et les moyens appropriés consistent en particulier à pratiquer une filtration préalable. Il est inutile que l'eau soit rigoureusement filtrée ; on fait usage de filtres dégrossisseurs rapides à grand débit.

1° *Procédé Tindale.* — L'air ozoné était refroidi dans des caisses où circulait de l'air à -20° dont le refroidissement s'obtenait par une machine à ammoniacque ; on le conduisait ensuite, au moyen d'une pompe aspirante et foulante, aux stériliseurs où l'eau subissait l'action de l'ozone après décantation et filtration. L'eau était d'abord décantée dans un réservoir cimenté, puis, après cette décantation, elle était pompée sur un filtre à sable, et de là envoyée aux stériliseurs.

Ces stériliseurs étaient formés de cylindres en grès ou en fonte ; l'air ozoné était injecté par le fond des cylindres ; les bulles d'air ozoné arrivaient ainsi nombreuses au contact de l'eau qu'elles stérilisaient.

On modifia ultérieurement ce procédé de la manière suivante : L'air ozoné pénétrait dans une grande boîte, et en même temps l'eau y pénétrait sous forme de pluie fine. Avec ce système, l'eau est extrêmement divisée et subit un contact intime de la part du gaz stérilisateur.

2^o. *Procédé de Frise*. — Au sortir des filtres dégrossisseurs, l'eau n'est naturellement pas privée de ses bactéries, mais elle est suffisamment préparée pour recevoir avec efficacité l'action de l'ozonc. Les stériliseurs sont composés de cylindres verticaux dans lesquels l'eau et l'ozone sont envoyés par le bas et sortent par le haut. Chaque stérilisateur est divisé en tronçons de 50 centimètres de hauteur par des cloisons horizontales percées d'une multitude de petits trous, qui divisent finement l'eau et l'air ozoné, et les mélangent intimement à leur passage.

3^o *Procédé Otto*. — L'appareil OTTO se compose de deux parties principales : 1^o un émulseur, 2^o un stérilisateur à plateaux.

L'émulseur sert à obtenir un contact intime de l'ozone avec l'eau, de façon que le gaz stérilisant puisse agir le plus complètement possible sur l'eau soumise à son action. Cet émulseur est formé de deux cônes concentriques dont l'un est intérieur, et par lequel arrive le courant d'eau à stériliser.

Latéralement, sur l'autre cône ou cône extérieur, un ajustage sert à l'admission de l'air ozoné.

Il en résulte que l'eau jaillit dans l'appareil sous forme de

lame mince, et rencontre l'air ozoné venant du conduit latéral, produisant ainsi l'émulsion. Au sortir de l'émulseur, l'eau passe par de grands plateaux sur lesquels elle s'étend en lame mince et termine sa stérilisation.

4^o *Procédé Andréoli.* — Le procédé employé par ANDRÉOLI consiste à faire barboter ensemble l'eau et l'air ozoné qui sont aspirés ou refoulés dans un corps de pompe afin d'obtenir un contact intime que l'on prolonge plus ou moins suivant la nature et le volume d'eau à stériliser. En opérant de cette façon, l'oxydation est d'autant plus rapide qu'elle s'effectue dans un espace plus petit qui place ainsi l'eau et l'air ozoné dans un état de contact absolu.

Pour augmenter l'action stérilisante, on peut faire le mélange d'eau et d'air ozoné dans plusieurs corps de pompe.

L'ozonation peut être pratiquée par le passage de l'eau à travers une pompe centrifuge ou rotative.

5^o *Procédé Siemens.* — L'air est conduit par une pompe dans un dessicateur, puis dans les ozoneurs où la décharge électrique produit les effluves fournis par un courant de haute tension. L'air ozoné obtenu se rend dans la tour de stérilisation qu'il parcourt de bas en haut ; quant à l'eau à stériliser, elle passe dans deux filtres qui retiennent les matières en suspension. Au sortir des filtres, elle est conduite dans une tour de stérilisation par sa partie supérieure. Cette tour est constituée par un cylindre vertical de 5 mètres de haut sur 1 mètre de diamètre dont l'intérieur est cimenté ; elle contient des cailloux concassés de la grosseur d'un œuf, retenus par une grille.

Le pied de la tour repose dans un bassin qui constitue une fermeture hydraulique, et l'ozone amené à la base de la tour

subit un mouvement ascensionnel en sens inverse de celui de l'eau qu'il rencontre en produisant la stérilisation de cette eau.

CONCLUSIONS

1° L'ozone est doué d'un pouvoir antiseptique puissant qui le fait utiliser surtout dans la désinfection de l'eau et de l'air.

La stérilisation de l'eau par l'ozone est particulièrement intéressante, et tend aujourd'hui à prendre une extension considérable. Les microbes pathogènes sont détruits ainsi que les bactéries sporulées qui présentent généralement une résistance vitale considérable.

L'emploi de l'ozone dans la stérilisation de l'eau présente en outre l'avantage d'aérer énergiquement l'eau sans lui enlever ses minéraux utiles.

2° Certains auteurs ont utilisé l'action physiologique de l'ozone dans le traitement de quelques maladies, en particulier la tuberculose et l'anémie. Les résultats obtenus demanderaient à être plus amplement vérifiés.

Les inhalations d'ozone ne doivent être toutefois considérées que comme un adjuvant et ne doivent pas laisser négliger le traitement général.

VU : le Président de la thèse :
Ch. ACHARD,

VU : Le Doyen :
D. LANDOUZY,

VU : et permis d'imprimer
le Vice-Recteur de l'Académie de Paris.
L. LIARD.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉOLI (E). — L'eau ozonisée. — L'électricien. — Paris 4 novembre 1899.
La stérilisation des eaux potables par l'ozone, Revue scientifique, 1899.
- ARLOING (F). — Action exercée sur la tuberculose et sur le bacille diphtérique et la toxine par l'ozone. Bull. méd. des Hôpit. de Lyon 1903, t. II.
- ARSONVAL (D). — Sur la production de l'ozone concentré et sur ses effets bactéricides. Compte rendu de la Soc de Biol. de Paris, 1895.
- BORAU. — L'eau ozonée en évaporation contre la coqueluche. Paris, A. Maloine, 1900.
- BARLETT. — The practical utilization of ozone, in the treatment of disease. Buffalo Med. et Surg. Fourn., 1883-4, t. XXIII, p. 1-14.
- BERTHELOT. — Recherches sur l'ozone et sur l'effluve électrique Fourn. de Pharm. et de chim. Paris, 1879-45, t. XXIX, p. 385-387.
- BORNER. — Réfutation des observations de Linder sur l'emploi de l'eau ozonisée. Association méd. de Berlin, 1874.
- CARITZRALIS (A). — Des applications thérapeutiques de l'ozone. Thèse de Paris, 1900.
- CHRISTMAS. — Annales de l'Institut Pasteur, novembre 1893.
- COLLART. — Traitement de la tuberculose pulmonaire par les inhalations d'ozone. Ann. de la Soc. de Méd. et de Chim. de Liège, novembre 1891.
- COUSIN (Dr). — De la fixation de l'ozone sur un liquide et de son application thérapeutique.
- CONSTON (A). — De la valeur thérapeutique de l'ozone. Gaz. hebd. de la Soc. méd. de Bordeaux, 1893, t. XIV, 256-259.
- CURTES (G.L). — The restorative influence of ozone upon the Blood. Méd. Times. New-York 1904, t. XXXII, 65-67.

- DESPLATS. — De l'ozone. Thèse de Paris, 1857.
- FILIPPOW (W). — Oxygene and ozone as remedies. Gaz. Lek-Warsawa, 1884, IV.
- FOVEAU DE COURMELLE. — L'ozone industriel et médical ; son chimisme thérapeutique et hygiénique. Arch. de therap. Paris, 1900, t. III, 1-7.
L'ozone et l'épuration des eaux. Journal d'Hyg. Paris, 1900, t. xxv, 177-178.
- FRAMMOLD. — Ueber ozon vom medizinischen Stomdpunlrte. Wien. med. t. Presse 1873, t. xiv, 33.
- GESSLER (H). — Der therapeutische werth des ozons med. Abhandt.
- HAHN (L). — L'oxygène et son emploi médical depuis sa découverte. (James Amot. 1899, t. iv, 6, 57.
- ITALLET. — Revue internationale d'électrothérapie, juin 1892.
- HAUTEFEUILLE (P). et CHAPPUIS (G). — Recherches sur l'ozone. Paris, 1886.
- HENOCQUE. — Compte-rendus hebdomadaires de la Soc. de Biol. de Paris.
- HERZ (M). — Erphungen und Entauschimgemnit der ozontherachie internation. Klinik. Rundschan. Wien, 1899, t. III, 917.
- HURION. — Traitement de la coqueluche par les inhalations d'ozone. Thèse de Paris, 1902.
- IVOMOFF (M.P). — Applications de l'ozone en chirurgie et remarques sur les qualités antiseptiques. Med. vestrile. Saint-Pétersb., 1882, XXI, 185, 203, 236, 299.
- JAKSON (S). — On the therapeutical applications of the permanganate of potas. and of ozone. Améric Sourn. med. Sc. Philadelphie, 1864, t. XLVII., 98-105.
- FOLLY ET TRIOLLET. — L'eau oxygénée. Journ. de Med. de Paris, 1900, XI, 146.
- KOVAL KOWSKIJ. — Arbeinten russichen auttoren ueber die Bedeutung der ozons als desinficions ztsch. f. hygiene. Leipzig, 1890, t. IX, 89-94.
- LABBÉ (Donatien). — De l'ozone, aperçu physiologique et thérapeutique Paris 1889. Asselin et Houzeau 1-42. Action physiologique et thérapeutique de l'ozone communication au Congrès internat de médecine. Paris, 1900.
De la stérilisation de l'air par l'ozone. Bull. et mém. de la Société méd. de l'Élysée. — 6 novembre 1905. Ozone et coqueluche. La médecine infantile. vol. III, n° 6, juin 1905. Paris.
- LABBÉ ET OUDIN. — Ozone et coqueluche. Bulletin officiel de Soc. franc. d'électrothérapie, juillet 1896.

- LENDER (G). — Das mureine Blut und seine Beindzung durch negativ-electris chen simsesloff, in 8°, Berlin, 1870.
Das Ozonwasser. Deutsche. Klinik. Berlin, 1872, xxiv, 109, 126.
- LE TANNEUR. — Traitement des maladies des voies respiratoires par l'inhalation d'ozone. Journ. de méd. de Paris, 1899.
- MARIE (P). — De l'ozone. Thèse de Paris, 1880.
- MONNIER ET ABRAHAM. — Stérilisation de l'eau potable par l'ozone. Académie des Sciences, août 1899. Procédés pour la stérilisation des eaux par l'ozone. Paris, 1908. Gauthier-Villars.
- MEUNIER (V). — L'ozone et les épidémies. Rev. de thérap, méd. chirurg. Paris, 1885, III, 251.
- MOISSAN. — Production d'ozone par la décomposition de l'eau au moyen du fluor. Comptes rendu, de l'Ac. des Sc., 1899, 570-573.
- MORTON (W-J). — Ozone out its uses in medecine. New-York, med. journ., 1894- LX. 597-783.
- MOUTIER. — L'ozone dans son application pour la voix des chanteurs. Soc. d'électrothérapie, fév. 1894.
- ORY (E). — Article Ozone in Dict de med. et de chirurgie pratiques. Paris, 1878, xxv, 611.
- OTTO. — Thèse de doctorat ès-sciences. Paris, 1887.
- UDIN. — Ozone et effluves. Annales d'electro-biologie. Paris, 1898 505-568.
- PLANZ (W). — Die Verwemndung des ozons zur Verbessetrung des Oberflæcheuwassers und zù soustigen hygienischen Zwecken : Vorschrift l. gericht. med. Berlin, 1907, xxvi. Supp. Aft. II, 114, 199.
- RIVIÈRE. — L'ozonothérapie. (Communication faite au deuxième congrès français de climatothérapie et d'hygiène urbaine. Ann. de physiothérapie n° 3, juillet 1905.
- SCELLES DE MONT DÉSSERT. — De l'air ozoné dans la goutte et le diabète sucré. Bull. de l'Acad, de Med. de Paris, 1864-1865, xxx, 937-949.
- SCHÆBEIN. — Mémoire présenté à l'Académie de Munich 1840.
- SELÉTOFF. — Traitement de la tuberculose par l'ozone, Moscou, 1905.
La production de l'ozone et sa valeur physiologique.
- SOYER. — La stérilisation des eaux. Emploi de l'ozone par les procédés Monnier et Abraham. Gaz méd. Paris, 1900. LXX. 494-496.
- THOMPSON (W. G). — Notes on the physiological action of ozon

preparations. Méd. Recoud. New-York, 1904, xlv- 257-260.
Vocke. — Kritik er Sauerstoff und ozontherapie. Wien med. Presse
1876, xviii, 404, 438, 474.
